

ПЕРЕОРИЕНТАЦИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ В ПОЛОСАХ СДВИГА ПРИ ДЕФОРМАЦИИ КРИСТАЛЛИТОВ СПЛАВА $Fe-3\%Si$

Беляевских А.С., Куклина А.А.

Руководитель – профессор, д.т.н. Лобанов М.Л.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург
8merka8@mail.ru

Известно, что области с ориентацией $(110)[001]$, обеспечивающей конечные свойства готовой электротехнической анизотропной стали (ЭАС, трансформаторная сталь, технический сплав $Fe-3\%Si$), образуются в полосах сдвига (ПС) после значительной холодной деформации в кристаллитах ориентировки $\{111\}\langle 112 \rangle$. Предполагается, что соответствующие первичнорекристаллизованные зерна в процессе вторичной рекристаллизации получают преимущество за счет наличия у них специальных границ РСУ типа $\Sigma 9$. Однако в конечной текстуре сплава зачастую присутствуют кристаллиты существенно отклоненные от $(110)[001]$ (например $\{110\}\langle 227 \rangle$). Вопрос об их происхождении при холодной деформации и термическом воздействии остается открытым.

Очевидно, что в деформированном поликристалле присутствуют кристаллиты с ориентациями отличными от $\{111\}\langle 112 \rangle$, в которых также формируется мезоструктура деформации, которая может оказывать влияние на образование текстуры. Настоящая работа посвящена описанию обнаруженных закономерностей локализации деформации в кристаллитах $\{112\}\langle 131 \rangle$ в поликристалле сплава $Fe-3\%Si$.

После деформации ($\epsilon \approx 50\%$) в структуре образцов наблюдались вытянутые вдоль направления прокатки кристаллиты. Внутри некоторых из них обнаруживалась развитая мезоструктура деформации, состоящая из ПС, расположенных под углом $\sim 30^\circ$ к плоскости прокатки (рис. 1). Обнаруженные полосы локализации деформации были исследованы с помощью метода ориентационной микроскопии - EBSD (рис. 2).

Исследованная деформированная область имеет ориентацию близкую к $\{112\}\langle 131 \rangle$, при этом ПС располагаются почти параллельно к первичной системе скольжения $(\bar{1}21)[11\bar{1}]$. Ввиду высокой плотности дислокаций в ПС, их внутреннюю структуру не удалось разрешить. Однако внутри ПС четко фиксируются субобласти ($\sim 0,1$ мкм) с ориентацией $\{110\}\langle 113 \rangle$ (рис. 2, а), на границах которых происходит скачкообразное изменение ориентации кристаллической решетки. Для наглядности на рисунке показано пространственное изображение кристаллической решетки в некоторых субзернах и окружающей матрице.

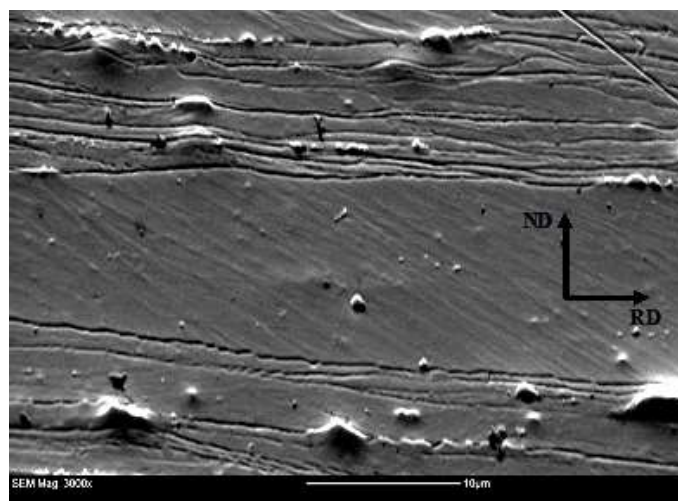
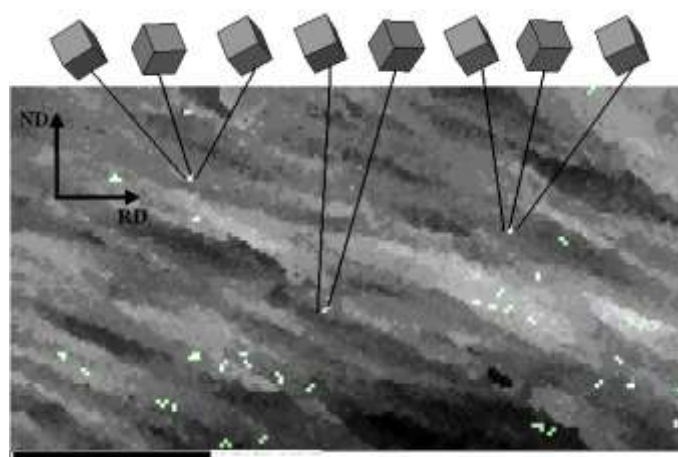
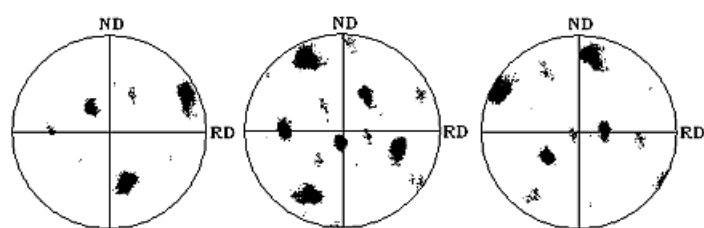


Рисунок 1. Микроструктура поликристалла сплава $Fe-3\%Si$ после холодной прокатки со степенью деформации $\varepsilon \sim 50\%$



а



б

Рисунок 2 Мезоструктура кристаллита $\{112\}\langle 131 \rangle$ с разрешенными субобластями внутри полос сдвига и пространственным изображением ориентации кристаллической решетки (а), прямые полюсные фигуры $\{100\}$, $\{110\}$ и $\{111\}$, соответственно (б)

Анализ прямых полюсных фигур (рис. 2, б) показывает, что связь между ориентировкой матрицы и субобластями в ПС описывается поворотом вокруг кристаллографического направления $\langle 100 \rangle$ на угол $\sim 40^\circ$. Данная разориентация близка к двум специальным разориентациям $\Sigma 5$ и $\Sigma 29a$, которые образуются поворотом вокруг одной и той же оси $\langle 100 \rangle$ на близкие углы: $\Sigma 5 - 36,87^\circ$; $\Sigma 29a - 43,60^\circ$ (разница $6,7^\circ$). Переход специальных границ одна в другую, по всей видимости, связан с рассогласованием пластических разворотов решетки в локальных микрообластях, прилегающих к границам сформированных субзерен.

Обнаруженная внутри ПС в кристаллите $\{112\}\langle 131 \rangle$ ориентировка $\{110\}\langle 113 \rangle$ отклонена от идеальной ориентации $(110)[001]$ на угол $\sim 25^\circ$ относительно направления прокатки. В настоящее время интенсивно обсуждается роль специальных границ РСУ $\Sigma 5$ и $\Sigma 9$ в формировании зародышей вторичной рекристаллизации в сплаве $Fe-3\%Si$. В ряде работ показано, что протекание аномального роста при достаточно низких температурах связано с высокой подвижностью границ зерен $\Sigma 5$, что приводит к формированию рассеянной текстуры близкой к $\{110\}\langle 227 \rangle$. Полученный в работе результат показывает, что субобласти с данной ориентировкой ($\{110\}\langle 227 \rangle$), находящиеся в специальной разориентации $\Sigma 5$ (или близкой к ней) с окружающей матрицей, могут образовываться в ПС кристаллитов деформированного сплава $Fe-3\%Si$ отличных от $\{111\}\langle 112 \rangle$. При термическом воздействии данные субобласти могут служить зародышами аномального роста, за счет высокой плотности специальных границ $\Sigma 5$, приводя к формированию рассеянной текстуры $\{110\}\langle hhl \rangle$.